

МЕТОД ГЕТЕРОГЕННОГО ДОПИРОВАНИЯ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ПУТЬ УЛУЧШЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ СЛОЖНООКСИДНЫХ ТВЕРДЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Матвеев Е.С., Алябышева И.В., Кочетова Н.А., Анимица И.Е.

Уральский федеральный университет
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

С конца XX века началось активное развитие водородной энергетики, являющейся альтернативой традиционной энергетике. Источником тока, использующим в виде топлива водород или водородсодержащие газы, является твердооксидный топливный элемент с протонным электролитом в качестве мембраны.

Наиболее перспективным классом протонных твердых электролитов являются сложные оксиды с перовскитной или перовскитоподобной структурой. Однако ни одна из исследованных фаз полностью не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к материалам электрохимических устройств. Поэтому современные исследователи идут по пути модифицирования хорошо изученных твердых электролитов с целью улучшения их свойств. Перспективным является метод гетерогенного допирования, то есть создание на их основе композитов.

В данной работе исследованы композиты на основе кислородно-ионного и протонного проводника индата бария состава $\text{Ba}_2\text{In}_2\text{O}_5[\text{V}_\text{o}]_1$, который характеризуется структурным разупорядочением кислородной подрешетки, что и обуславливает его электрические свойства. Однако, упорядочение дефектов приводит к низким значениям электропроводности. Как показали наши исследования, введение гетерогенной добавки позволяет стабилизировать высокопроводящую модификацию и существенно улучшить транспортные характеристики. В качестве добавки выбраны сложные оксиды $\text{Ba}_4\text{In}_6\text{O}_{13}$ и Ba_2InMO_6 ($\text{M} = \text{Nb}, \text{Ta}$), образующие с $\text{Ba}_2\text{In}_2\text{O}_5$ системы эвтектического типа.

Установлено, что оптимальным методом получения композиционных образцов является метод *in situ* при одновременном твердофазном синтезе компонентов с последующей обработкой при температуре выше эвтектической ($T_{\text{обр}}=1400\text{ }^\circ\text{C}$). Составы с 20–30 мол.% добавки показывают наилучшие электрические характеристики. Общая электропроводность композитов увеличивается на 0.5–2.5 порядка величины (в зависимости от типа и количества добавки) как в сухой, так и во влажной атмосферах по сравнению с проводимостью исходных компонентов за счет частичной или полной стабилизации разупорядоченной структуры основной фазы. Композиционный эффект связан с появлением особой микроструктуры, возникающей при кристаллизации эвтектики.

Показано, что образцы сохраняют способность к интеркаляции паров воды, во влажной атмосфере в среднем температурном интервале доминирует протонная проводимость. Максимальное значение протонной проводимости достигается для композита с 20 мол.% $\text{Ba}_2\text{InNbO}_6$ ($\sim 10^{-3}\text{ Ом}^{-1}\text{ см}^{-1}$ при $500\text{ }^\circ\text{C}$).

Таким образом, в работе показана перспективность использования метода гетерогенного допирования для улучшения свойств твердых электролитов.